

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-91761

(43)公開日 平成5年(1993)4月9日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 2 N 1/00

識別記号

庁内整理番号

8525-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-271956

(22)出願日 平成3年(1991)9月24日

(71)出願人 000235576

樋口 俊郎

神奈川県横浜市港北区茅ヶ崎南4-14-1  
-109

(71)出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目2番1号

(72)発明者 樋口 俊郎

神奈川県横浜市港北区茅ヶ崎南4-14-1  
-109

(72)発明者 近藤 雅俊

愛知県大府市朝日町六丁目1番地 住友重  
機械工業株式会社名古屋製造所内

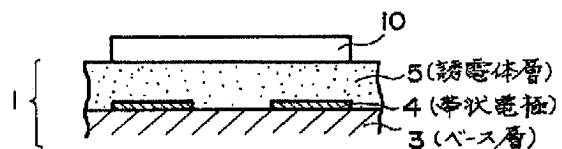
(74)代理人 弁理士 牧野 剛博 (外2名)

(54)【発明の名称】 静電アクチュエータ

(57)【要約】

【目的】 一定の駆動力を得るための印加電圧を下げ、安全性及び実用性を高める。

【構成】 固定子1を、フィルム状の絶縁体からなるベース層3と、その上に配列された複数の帯状電極4と、その上に形成された比誘電率10以上のフィルム状の誘電体層5とで構成する。固定子1の上は、フィルム状の移動子10を載置する。そして、帯状電極4への印加電圧の切り換えにより、固定子1と移動子10との間に静電気力を発生させ、それにより移動子10を固定子1から浮上させて帯状電極4の配列方向に沿って移動させるように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁体内に複数の帯状電極を配列してなるフィルム状の固定子と、前記固定子上に載置されるフィルム状の移動子と、前記帯状電極への印加電圧の切り換えにより固定子と移動子との間に静電気力を発生させ、それにより前記移動子を固定子から浮上させて帯状電極の配列方向に沿って移動させる駆動制御回路と、を具備した静電アクチュエータにおいて、前記固定子が、フィルム状の絶縁体からなるベース層の上に前記帯状電極を形成し、その上に比誘電率10以上のフィルム状の誘電体層を形成してなるものであることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項2】前記誘電体層が、強誘電体セラミックスの薄膜で構成されている請求項1記載の静電アクチュエータ。

【請求項3】前記誘電体層が、高分子圧電材料で構成されている請求項1記載の静電アクチュエータ。

【請求項4】前記誘電体層が、強誘電体セラミックスと高分子材料との複合材料で構成されている請求項1記載の静電アクチュエータ。

【請求項5】前記誘電体層が、強誘電体セラミックスとガラス材料の複合材料で構成されている請求項1記載の静電アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、フィルム状の薄形の静電アクチュエータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のアクチュエータは主として電磁力を利用したものであり、その特質上電磁コイルや永久磁石等を備えなければならず、構造が複雑で、又消費電力も非常に大きいものであった。このため、アクチュエータよりの発熱量も大きかった。

【0003】そのため、電磁式に比べ、低消費電力、高効率、小型化可能という面から、静電モータや静電アクチュエータが注目されている。

【0004】静電モータとしては、誘電体の分極の遅れを利用した誘導モータや、誘電体の代わりに抵抗体を用いたモータが存在している。誘導モータの原理は、電界内におかれた誘電体が分極することに着目し、その分極の時間遅れを利用したものである。又、抵抗体を用いたモータは回転電界内で抵抗体内に誘導される電荷が、電界の向きに対して遅れることを利用したものである。

【0005】しかしながら、従来の静電モータは、固定子と回転子とを具備し、ある程度のギャップを有する回転機構を必須としている。そのため、そのギャップを保持するために軸受等の機構を用い、より均一なギャップの保持のためには固定子、回転子の剛性を高くする必要がある。従って、上記装置をコンパクトに構成することが難しく、又、その力密度も低いものであった。

【0006】以上のような状況に鑑み、電界内に置かれた誘電体の分極の時間遅れを利用して固体表面間で静電気力を発生させ、該静電気力によりアクチュエータとしての駆動力を得る静電アクチュエータが、特開平2-285978号公報に記載に提案されている。この静電アクチュエータは、図2、図3に示すように、固定子1と移動子10を有する。

【0007】固定子1は、フィルム状の絶縁体2内に複数の帯状電極4を一定ピッチで配列したものであり、詳しくはエポキシ基板の上に帯状電極4を形成し、その上をエポキシ樹脂と2枚のPET (Poly Ethylene Terephthalate) フィルムで覆った構造をなしている。移動子10は、絶縁体層11と高抵抗体層12とからなるもので、固定子1の上に載置されている。そしてこの静電アクチュエータは、図示しない駆動制御回路によって帯状電極4への印加電圧を切り換えることにより、固定子1と移動子10との間に静電気力を発生させ、それにより移動子10を、固定子1から浮上させて動かすようになっている。

【0008】次に、この静電アクチュエータの動作を図4を参照して説明する。

【0009】まず、図4(a)に示すように、固定子1を構成する絶縁体2に埋め込まれた第1の電極群(I相)である電極4a1、4a2、4a3に正電圧+Vを、第2の電極群(II相)である電極4b1、4b2、4b3に負電圧-Vを、第3の電極群(III相)である電極4c1、4c2、4c3に0Vを、それぞれ印加する。すると、始めは電荷の存在していなかった高抵抗体層12内に電流が流れ、高抵抗体層12と絶縁体層11の境界に電荷が誘導され、平衡状態になる。この電荷は、図4(b)の点線で示した位置の鏡像電荷(反対極性の電荷)で置き換えることができる。この状態で、移動子10は固定子1に吸引されている。この段階を充電ステップという。

【0010】次に、図4(c)に示すように、各電極への印加電圧を切り換える。つまり第1の電極群(I相)である電極4a1、4a2、4a3に負電圧-Vを、第2の電極群(II相)である電極4b1、4b2、4b3に正電圧+Vを、第3の電極群(III相)である電極4c1、4c2、4c3に負電圧-Vを、それぞれ印加する。すると、各電極内の電荷は瞬時に移動するが、高抵抗体層12に誘導された鏡像電荷は、同層材料の抵抗値が高いためにすぐには移動しない。したがって、電極4a1、4b1、4a2、4b2上の電荷と、その直上の移動子10上の鏡像電荷とが同極性(同符号)となることにより反発力が発生し、移動子10は固定子1の表面から浮上する。又、電極4c1上の負電荷と、隣接する電極4b1の直上の鏡像正電荷とが異極性(異符号)となることにより互いに吸引し、同時に電極4c1上の負電荷と、電極4a2の直上の鏡像負電荷とが同極性(同符号)となることにより互いに反発するので、移動子10は右方向の駆動力を受け、右に移動

する。この段階を駆動ステップという。

【0011】移動子10が右方向に1ピッチ移動すると、図4(d)に示すように、電極4b1、4c1、4b2、4c2の電荷と、それらの上の鏡像電荷とが異極性となるので、吸引力が働き、移動子10はその位置で位置決めされて停止する。移動子10が移動する間に鏡像電荷は拡散するが、引き続いて図4(e)に示すように、第1の電極群(I相)である電極4a1、4a2、4a3に0Vを、第2の電極群(II相)である電極4b1、4b2、4b3に正電圧+Vを、第3の電極群(III相)である電極4c1、4c2、4c3に負電圧-Vを、それぞれ印加することにより、移動子10上に再び鏡像電荷が誘導(充電)される。この段階も充電ステップという。

【0012】そして、以下同様に、各電極群への印加電圧を順次切り換えていくことにより、移動子10が1ピッチずつ移動していく。

【0013】図5は、この例での各相へ印加する電圧の時間変化を示す。駆動制御回路は、充電ステップと駆動ステップを交互に実行することにより、充電と駆動を制御する。

【0014】この静電アクチュエータは次の利点を持つ。

【0015】(1) 移動子10には電極がなく、充電操作によって固定子1側の帯状電極4のパターンを移動子10側に転写するようにしているので、固定子1と移動子10の位置合わせが不要であり、帯状電極4を高精度に加工する必要がない。

【0016】(2) 固定子1と移動子10を接触させることで、固定子1と移動子10間の距離(ギャップ)を保持しているため、その距離を極めて小さくすることができる。よって、薄形でコンパクトな構造にすることができる上、大きな力密度(単位当たり発生する力)を得ることができる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この静電ア

$$U = 1/2 \cdot QV = 1/2 \cdot CV^2 = 1/2 \cdot (\epsilon S/d) \cdot V^2$$

【0023】但し、Qは各極板の電荷、Vは両極板間の電位差、Cはコンデンサ容量、 $\epsilon$ は誘電率、Sは極板面積、dは極板間距離である。

【0024】この式から静電アクチュエータに蓄えられるエネルギーUは、印加電圧(V)の2乗に比例し、固定子と移動子間の距離(d)に反比例し、誘電体層の誘電率( $\epsilon$ )に比例することが分かる。

【0025】この誘電体層に、前記従来公報の実施例のようにPET(Poly Ethylene Terephthalate)を用いた場合は、PETの誘電率=3であり、駆動に要する印加電圧=1kVであった。

【0026】これに対し、本発明のアクチュエータでは、誘電体層に比誘電率10以上の物質を用いるので、移動子を駆動するために蓄積するエネルギーUが上※50

\*クチュエータにおいて実際に移動子を駆動する場合は、空気又は絶縁体の絶縁破壊電圧に近い高電圧(特開平2-285978号公報の実施例では、 $V=1\text{ kV}$ )を印加する必要がある。そのため、電極同士間又は移動子と電極間がショートする危険性が常にあり、又操作する人間への感電の危険性も高い。又、その高電圧の切り換え操作を行う駆動制御回路も、各素子に十分な耐圧を持たせて構成し安全性を十分考慮したものになくなくてはならず、そのためコストアップや回路の大形化を招くという実用上の問題も生じる。

【0018】本発明は、以上の点を考慮し、駆動に要する印加電圧を下げて、安全性や実用性を高めることのできる静電アクチュエータを提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、絶縁体内に複数の帯状電極を配列してなるフィルム状の固定子と、前記固定子上に載置されるフィルム状の移動子と、前記帯状電極への印加電圧の切り換えにより固定子と移動子との間に静電気力を発生させ、それにより前記移動子を固定子から浮上させて帯状電極の配列方向に沿って移動させる駆動制御回路と、を具備した静電アクチュエータにおいて、前記固定子を、フィルム状の絶縁体からなるベース層の上に前記帯状電極を形成し、その上に比誘電率10以上のフィルム状の誘電体層を形成した構造とすることにより、前記課題を解決したものである。

【0020】なお、前記誘電体層の材料としては、強誘電体セラミックスの薄膜、高分子圧電材料、強誘電体セラミックスと高分子材料の複合材料、強誘電体セラミックスとガラス材料の複合材料等を採用することができる。

【0021】

【作用】静電アクチュエータが蓄積するエネルギーUは、定性的には概ね平行平板コンデンサのポテンシャルエネルギーの計算式で表現することができる。

【0022】

※記従来例と同じだけ必要とすると、駆動に要する印加電圧は、

$$V = (3/10)^{1/2} \times 1000 = 548 \text{ V}$$

となる。従って、駆動に要する印加電圧を、従来の1/2にすることができる。又、より誘電率の高い材料を使用すれば、更に印加電圧を下げることもできる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照しながら説明する。

【0028】図1は実施例の静電アクチュエータの要部断面を示している。この図において、1は固定子、10は移動子である。この場合の固定子1は、フィルム状の絶縁体からなるベース層3と、該ベース層3上に配列された帯状電極4と、その上に形成されたフィルム状の誘

5

電体層5とから構成されている。

【0029】フィルム状の誘電体層5の材質としては、比誘電率が10以上の物質が用いられている。比誘電率が10以上の材質ならば同等の効果が得られるので、その材質を特定する必要はないが、例として次のものを上げることができる。

【0030】(1) 強誘電体セラミックスの薄膜。この薄膜は、スパッタ法等により帯状電極4を配設したベース層3の上に形成する。

【0031】(2) 高分子圧電材料。この材料は成形容易でありベース層3の上に溶着により形成する。

【0032】(3) 強誘電体セラミックスと高分子材料との複合材料。高分子圧電材料では特性が不十分な場合、これを用いるのが効果的である。この材料はベース層3の上に溶着により形成する。

【0033】(4) 強誘電体セラミックスとガラス材料との複合材料。同様にベース層3の上に溶着により形成する。

【0034】一方、移動子10は、固定子1上に接触した状態で載置されるもので、適切な物性値を持つものであれば、特に材質等の制限を受けない。

【0035】この構成の静電アクチュエータにおいては、前述したように誘電体層5の比誘電率が10以上となっているので、従来品と同等の駆動エネルギーを得る場合、移動子10を駆動するための印加電圧を、従来品の1/2程度に下げることができる。又、より誘電率の高い材料を使用すれば、更に印加電圧を下げるができる。

【0036】従って、印加電圧を下げるにより、ショートや感電の危険を減らして安全性を高めることができ、又部品の耐圧を落としたり回路構成を小形化して実用性を高めることができる。又、印加電圧を従来品と同様の値にした場合は、より大きな力密度を発生させるこ

6

とができ、性能向上を図ることができる。

【0037】なお、誘電体層5の効果は、比誘電率の値のみに影響されるため、誘電体層5の組成や製造方法等によって性能に影響を受けることがない。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の静電アクチュエータによれば、小さな印加電圧で従来と同等の駆動エネルギーを発生することができる。従って、印加電圧を落とすことで安全性及び実用性を高めることができる。又、印加電圧を許容範囲内で従来品と同等にした場合は、従来品より大きな駆動エネルギーを発生することができ、性能向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施例の要部詳細断面図である。

【図2】図2は、従来の静電アクチュエータの概観図である。

【図3】図3は、従来の静電アクチュエータの側断面図である。

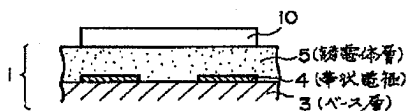
【図4】図4は、この種の静電アクチュエータの動作を順を追って示す図である。

【図5】図5は、駆動制御装置による電圧印加パターンを示す図である。

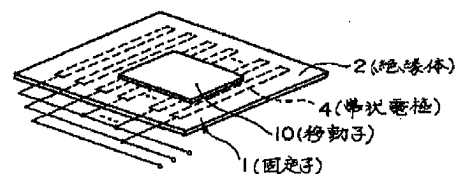
【符号の説明】

- 1…固定子、
- 2…絶縁体、
- 3…ベース層、
- 4…電極、
- 4a1, 4a2, 4a3, 4b1, 4b2, 4b3, 4c1, 4c2, 4c3…電極、
- 5…誘電体層、
- 10…移動子。

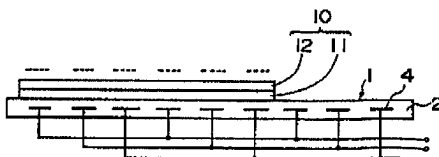
【図1】



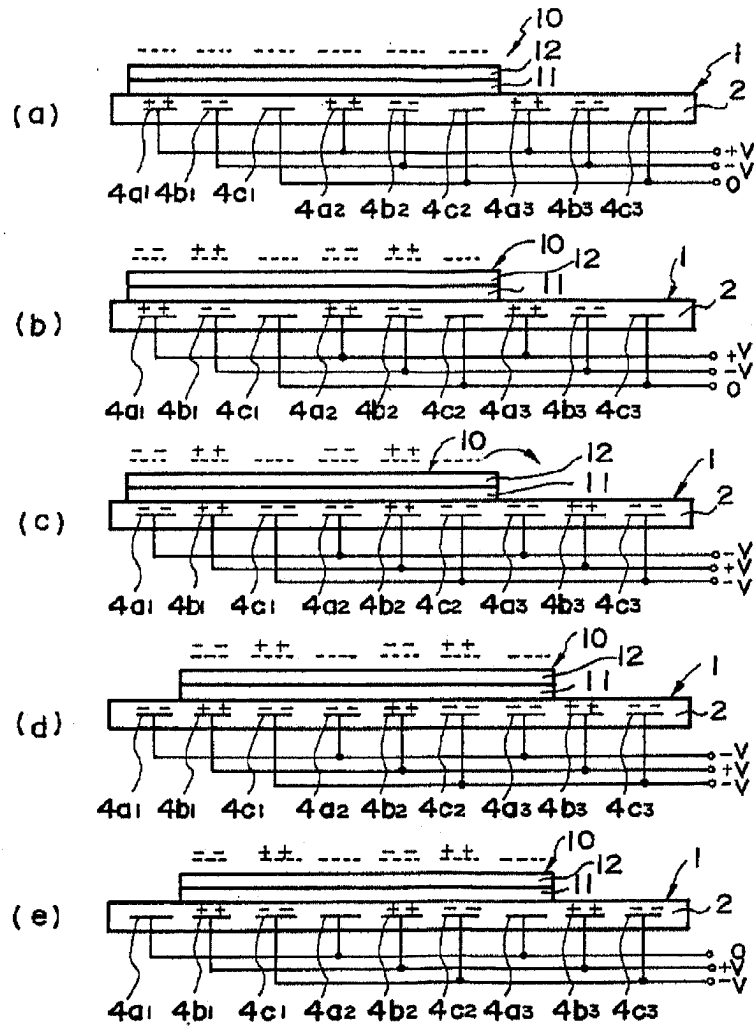
【図2】



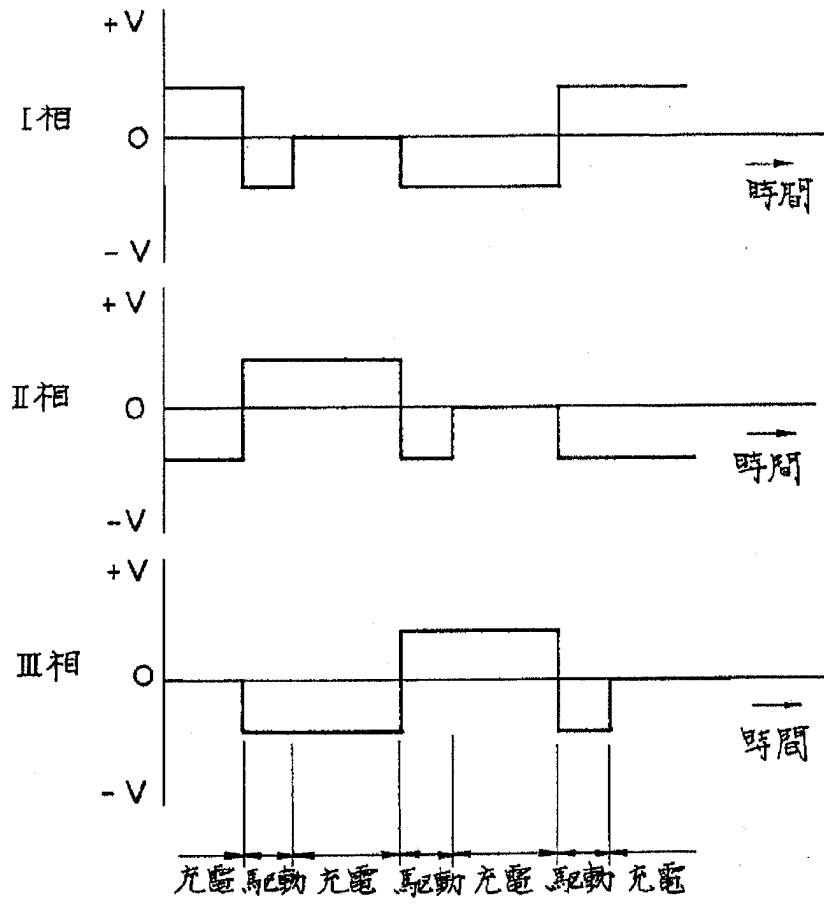
【図3】



【図4】



【図5】



CLIPPEDIMAGE= JP405091761A

PAT-NO: JP405091761A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05091761 A

TITLE: ELECTROSTATIC ACTUATOR

PUBN-DATE: April 9, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HIGUCHI, TOSHIRO

KONDO, MASATOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HIGUCHI TOSHIRO

SUMITOMO HEAVY IND LTD

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP03271956

APPL-DATE: September 24, 1991

INT-CL (IPC): H02N001/00

US-CL-CURRENT: 310/309

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the safety and practicability of an electrostatic actuator by lowering the voltage to be applied to the actuator for obtaining a fixed driving force.

CONSTITUTION: A stator 1 is constituted of a base layer 3 composed of a film-like insulator, a plurality of belt-like electrodes 4 arranged on the layer 3, and a film-like dielectric layer 5 formed on the layer 3 including the electrodes 4 and having a relative permittivity of 10. Then a film-like mover 10 is placed on the stator 1. By switching the voltage applied across the

electrodes 4, an electrostatic force is generated between the stator 1 and mover 10 and, by means of the electrostatic force, the mover 10 is made to float from the stator 1 and move along the arranged direction of the electrodes 4.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio